

**BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND****PRIORITY  
DOCUMENT**SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

REC'D 06 OCT 2004

WIPO PCT

EP04/10109

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 103 46 479.4

**Anmeldetag:** 02. Oktober 2003

**Anmelder/Inhaber:** Bayerische Motoren Werke Aktien-  
gesellschaft, 80809 München/DE

**Bezeichnung:** Abgasanlage für eine Brennkraftmaschine

**IPC:** F 01 N 1/02

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 23. September 2004  
**Deutsches Patent- und Markenamt**

**Der Präsident**

Im Auftrag

Wallner

## Beschreibung

5

### 10 Abgasanlage für eine Brennkraftmaschine

Die Erfindung betrifft eine Abgasanlage für eine Brennkraftmaschine mit  
15 einem ersten, einen durchströmbaren ersten Schalldämpfer, insbesondere  
Nachschalldämpfer, umfassenden Abgasstrang und wenigstens einem zu  
diesem parallelen zweiten, einen durchströmbaren zweiten Schalldämpfer,  
insbesondere Nachschalldämpfer, umfassenden Abgasstrang, wobei der  
erste Schalldämpfer und der zweite Schalldämpfer einen voneinander  
20 abweichenden Aufbau aufweisen.

Derartige Abgasanlagen werden insbesondere in Kraftfahrzeugen  
serienmäßig eingesetzt, um auf die Schallemission der Brennkraftmaschine  
Einfluss zu nehmen. Beispielsweise beschreibt die DE 197 43 446 A1 eine  
25 Abgasanlage für eine Brennkraftmaschine, welche in Hinblick auf einen  
reduzierten Geräuschpegel von Kraftfahrzeugmotoren eine gute  
Schalldämpfung über den gesamten Frequenzbereich gewährleistet und  
dennoch den Abgasdruck auch bei hoher Brennkraftmaschinendrehzahl  
nicht zu stark ansteigen lässt. Zu diesem Zweck sind zwei parallele  
30 Schalldämpfer vorgesehen, welche auf unterschiedliche Frequenzen  
abgestimmt sind. Beide Schalldämpfer sind einerseits als durchströmte

Reflexionsschalldämpfer betreibbar, andererseits kann durch Schließen des Ausgangsrohrs eines Schalldämpfers mittels einer Abgasklappe ein Austreten des Abgasstromes aus dem Schalldämpfer verhindert werden, so dass dieser dann als Helmholtz-Resonator wirkt.

5

Die mit der DE 197 43 446 A1 beschriebene Abgasanlage umfasst einen Abgasstrang, welcher abschnittsweise parallel ausgebildet ist. Gemäß den Ausführungsbeispielen wird der Abgasstrom den beiden Schalldämpfern eingangsseitig über ein gemeinsames, sich gabelndes Abgasrohr zugeführt und/oder ausgangsseitig zusammengeführt und über ein gemeinsames Abgasrohr abgeführt, respektive ist ein doppelgabelförmiges Kreuzstück als Übersprechstelle vorgesehen.

10

Nachteiligerweise geht bei einer derartigen Anordnung der typische Klang einer Brennkraftmaschine mit wenigstens zwei Zylinderreihen, wie V8, verloren. Insbesondere gehen die Schwingungen ungerader Ordnungen verloren, es dominiert die Zündordnung (4. Ordnung der Schwingungen) und deren Harmonische. Attribute wie Kraft und Stärke sind nur durch Lautstärke darstellbar, so dass diesbezüglich ein Konflikt zum Komfortanspruch, welcher an den Antrieb gestellt wird, besteht.

20

Die Kurbelwelle von Mehrzylinderbrennkraftmaschinen entsteht durch Aneinanderreihen der Kurbelkröpfungen der einzelnen Zylinder. Bei der Festlegung der Kröpfungsfolge ist auf möglichst gleichmäßige Zündfolge, auf den Massenausgleich und auf die Drehschwingungen zu achten. Die wechselnden Zylinderdrücke, welcher abhängig von Kröpfungsfolge und Zündfolge über den äußeren Körperschalleitweg die Abgasanlage beaufschlagen, haben maßgeblich Anteil am charakteristischen Brennkraftmaschinengeräusch.

25

30

Beispielsweise bei V8-Brennkraftmaschinen ist eine übliche Zündfolge 1-5-4-8-6-3-7-2, wobei die Zylinder 1-4 einer Zylinderbank und die Zylinder 5-8 der anderen Zylinderbank zugeordnet sind. Aufgrund dieser Zündfolge kommt es in jeder Zylinderbank zu bedeutenden Frequenzanteilen in den

- 5 Schwingungen ungerader Ordnungen, da beispielsweise auf der einen Zylinderbank zwischen Zylinder vier und drei  $270^\circ$  Kurbelwelle und zwischen Zylinder zwei und eins nur  $90^\circ$  Kurbelwelle liegen. Die abgasseitigen Anregespektren beider Zylinderbänke sind wiederum identisch, jedoch phasenverschoben, zueinander.

10

Aufgabe der Erfindung ist es, eine eingangs genannte Abgasanlage bereitzustellen, mittels welcher ohne übermäßige Lautstärke und somit einem hohen Komfortanspruch genügend, der typische kraftvolle und starke Klang einer Brennkraftmaschine mit mehreren Zylinderbänken, wie einer V8-  
15 Brennkraftmaschine, darstellbar ist. Insbesondere sollen die bedeutenden Frequenzanteile in den Schwingungen ungerader Ordnungen erhalten bleiben.

20

Die Lösung der Aufgabe erfolgt mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Gemäß der zugrund liegenden Idee umfasst der erste Schalldämpfer ein Eingangs- und ein Ausgangsrohr, wobei das Ausgangsrohr eine geringe Länge aufweist und der zweite Schalldämpfer umfasst ein Eingangs- und ein Ausgangsrohr, wobei das Ausgangsrohr eine große Länge aufweist. „Geringe Länge“ und „große Länge“ bezieht sich dabei primär auf das  
25 Verhältnis der Längen untereinander, wobei eine Länge deutlich größer als die andere ist. Als maßgeblich ist dabei die akustisch wirksame Länge anzusehen, welche durch Abgasein- und Austrittsort bestimmt ist.

30

Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

Von besonderem Vorteil ist es, wenn das Ausgangsrohr des ersten Schalldämpfers zumindest annähernd die zweifache Länge des Ausgangsrohrs des zweiten Schalldämpfers aufweist.

- 5      Zweckmäßigerweise weist das Ausgangsrohr des zweiten Schalldämpfers einen zumindest geringfügig größeren Durchmesser als das Ausgangsrohr des ersten Schalldämpfers auf, so dass Gegendruckunterschiede aufgrund des längeren Ausgangsrohrs vermieden werden.
- 10      Gemäß einem besonders bevorzugten Ausführungsbeispiel weist der erste Schalldämpfer einen mittels zwei Trennbleche in drei Teilräume unterteilten Innenaufbau auf, wobei das erste Trennblech perforiert und das zweite Trennblech dicht ist. Zwischen erstem und dem zweiten Teilraum ist ein Gasaustausch über die Trennwand möglich, die Trennwand zum dritten
- 15      Teilraum ist dicht geschlossen. Das Eingangsrohr des ersten Schalldämpfers mündet zweckmäßigerweise in den eingangsseitig ersten Teilraum. Vorteilhafterweise führt das Ausgangsrohr ausgehend vom ersten eingangsseitigen Teilraum durch den zweiten und dritten Teilraum hindurch, wobei das Ausgangsrohr sowohl vom ersten Teilraum aus als auch vom
- 20      ersten Teilraum aus durch den zweiten Teilraum strömungsbeaufschlagbar ist. Als sehr vorteilhaft hat sich der Einsatz eines an das Eingangsrohr anschließenden und sich in den zweiten und dritten Teilraum erstreckenden Resonators erwiesen.
- 25      Dem besonders bevorzugten Ausführungsbeispiel zufolge weist der zweite Schalldämpfer einen mittels zwei Trennbleche in drei Teilräume unterteilten Innenaufbau auf, wobei das erste Trennblech dicht und das zweite Trennblech perforiert ist. Zwischen zweitem und dem dritten Teilraum ist ein Gasaustausch über die Trennwand möglich, die Trennwand zum ersten
- 30      Teilraum ist dicht geschlossen. Das Eingangsrohr des zweiten Schalldämpfers verläuft zweckmäßigerweise durch den ersten und zweiten

eingangsseitigen Teilraum hindurch und mündet in den dritten Teilraum. Vorteilhafterweise führt das Ausgangsrohr ausgehend vom dritten Teilraum durch den zweiten in den ersten eingangsseitigen Teilraum und bogenförmig gekrümmt zurück durch den zweiten und den dritten Teilraum, wobei das  
 5 Ausgangsrohr eingangsseitig sowohl vom dritten Teilraum aus als auch vom dritten Teilraum aus durch den zweiten Teilraum strömungsbeaufschlagbar ist. Als sehr vorteilhaft hat sich der Einsatz eines Resonators erwiesen, welcher der dritten Teilraum mit dem ersten Teilraum verbindet.

10 Nachfolgend ist ein besonders zu bevorzugendes Ausführungsbeispiel der Erfindung unter Bezugnahme auf Figuren näher erläutert, dabei zeigen schematisch und beispielhaft

15 Figur 1 eine zweiflutige Abgasanlage für eine V8-Brennkraftmaschine mit Nachschalldämpfer,

Figur 2 einen ersten Nachschalldämpfer mit einem kurzen Ausgangsrohr sowie

20 Figur 3 einen zweiten Nachschalldämpfer mit einem langen Ausgangsrohr.

Figur 1 zeigt eine zweiflutige Abgasanlage 100 mit einem ersten Abgasstrang 102 und einem zweiten Abgasstrang 104 für eine hier nicht  
 25 näher dargestellte V8-Brennkraftmaschine. Die Brennkraftmaschine umfasst zwei Reihen mit je vier Zylindern, wobei eine erste Zylinderbank mit den Zylindern eins bis vier und eine zweite Zylinderbank mit den Zylindern fünf bis acht gebildet ist. Im Betrieb der Brennkraftmaschine erfolgt eine Zündung in der Reihenfolge 1-5-4-8-6-3-7-2. Die Auslässe der ersten Zylinderbank  
 30 münden in den Krümmer 106 des ersten Abgasstrangs 102, die Auslässe der zweiten Zylinderbank münden in den Krümmer 108 des zweiten

Abgasstrangs 104. An die Krümmer 106, 108 unmittelbar anschließend umfasst jeder Abgasstrang 102, 104 einen motornahen Katalysator 110, 112 zur Abgasnachbehandlung, wobei es sich vorliegend um übliche 3-Wege-Katalysatoren handelt.

5

Bei Betrieb der Brennkraftmaschine wird durch die periodischen Verbrennungsvorgänge in den Zylindern ein wechselnder Zylinderdruck erzeugt und somit eine (Gas-)Schwingung angeregt, welche als Schall wahrnehmbar ist. Über den äußeren Körperschalleitweg setzt sich der Schall insbesondere durch die Zylinderauslässe und die gesamte Abgasanlage bis zu den Endrohren 124, 126 fort. Maßgeblich beeinflusst wird der Schall durch die in jedem Abgasstrang 102, 104 angeordneten Schalldämpfer. Vorliegend umfasst jeder Abgasstrang 102, 104 als Absorptionsdämpfer ausgebildete Vorschalldämpfer 114, 116 und Mittelschalldämpfer 118 sowie Nachschalldämpfer 124, 126.

10

15

20

25

Die Abgasanlage 100 ist komplett zweiflutig, in wesentlichen ohne Übersprechstellen, ausgeführt. Es hat sich jedoch als vorteilhaft erwiesen, gegebenenfalls eine oder mehrere minimale Übersprechstellen vorzusehen, so dass ohne nennenswerten Gasaustausch ein weicherer Klang erzielbar ist und diesbezüglich eine Einstellung erfolgen kann. Vorliegend ist im Bereich des Mittelschalldämpfers 118 eine derartige minimale Übersprechstelle vorgesehen, wobei innerhalb des gemeinsamen Mittelschalldämpfers 118 eine innere Trennung erfolgt. Der vordere Bereich des Mittelschalldämpfers 118 ist dem einen Abgasstrang zugeordnet, der hintere Bereich dem anderen.

30

Die Nachschalldämpfer 124, 126 der Abgasanlage 100 sind entgegen dem ansonsten symmetrischen Aufbau der Abgasanlage 100 unterschiedlich aufgebaut mit dem Ziel durch eine Veränderung der Phasenbeziehung der Einzelmündungen eine Verstärkung der Schwingungen ungerader

Ordnungen im Fernfeld außen und im Innengeräusch zu erreichen.  
Einzelheiten der Nachschalldämpfer 124, 126 sind mit den Figuren 2 und 3  
gezeigt und beschrieben.

5 Der Nachschalldämpfer 120 des ersten Abgasstrangs 102 ist in Figur 2 in  
zwei Ansichten dargestellt und mit 200 bezeichnet. Der Nachschalldämpfer  
200 ist topfartig aus zwei miteinander dicht verbundenen Halbschalen 202  
und 204 gebildet, welche einen Innenraum umschließen. Der Innenraum ist  
10 durch eine perforierte Trennwand 206 und eine dichte Trennwand 208 in drei  
Teilräume 210, 212 und 214 unterteilt, wobei der Teilraum 212 mit einem  
Absorptionsmaterial 228 gefüllt ist. Das Eingangsrohr 216 mündet in den  
ersten Teilraum 210, es schließt ein sich durch den zweiten Teilraum 212 in  
den dritten Teilraum 214 erstreckender Resonator 226 an. Das  
Ausgangsrohr 224 erstreckt sich vom ersten Teilraum 210 durch den zweiten  
15 Teilraum 212 und den dritten Teilraum 214. Die Durchströmung des  
Nachschalldämpfers 200 erfolgt ausgehend vom Einlassrohr 216, welches  
über Lochungen 218 in den ersten Teilraum 210 mündet über Lochungen  
220 im Ausgangsrohr 224 einerseits sowie durch die perforierte Trennwand  
206 und den zweiten Teilraum 212 über Lochungen 222 im Ausgangsrohr  
20 224 andererseits.

Der Nachschalldämpfer 122 des zweiten Abgasstrangs 104 ist in Figur 3 in  
zwei Ansichten dargestellt und mit 300 bezeichnet. Der Nachschalldämpfer  
300 ist topfartig aus zwei miteinander dicht verbundenen Halbschalen 302  
25 und 304 gebildet, welche einen Innenraum umschließen. Der Innenraum ist  
durch eine dichte Trennwand 306 und eine perforierte Trennwand 308 in drei  
Teilräume 310, 312 und 314 unterteilt, wobei der Teilraum 312 mit einem  
Absorptionsmaterial 328 gefüllt ist. Das Eingangsrohr 316 verläuft durch den  
ersten Teilraum 310 und den zweiten Teilraum 312 und mündet in den  
30 dritten Teilraum 314. Um einen weicheren Übergang zu erreichen ist das  
endseitig offene Rohr 316 im Endbereich zusätzlich mit Lochungen 318



versehen. Das Ausgangsrohr 324 erstreckt sich – in der vorliegenden Ansicht vom Eingangsrohr 316 verdeckt – vom dritten Teilraum 314 durch den zweiten Teilraum 312 in den ersten Teilraum 310 und bogenförmig gekrümmt zurück durch den zweiten Teilraum 312 und den dritten Teilraum 314. Die Durchströmung des Nachschalldämpfers 200 erfolgt ausgehend vom Einlassrohr 316, welches in den dritten Teilraum 314 mündet, durch das Ausgangsrohr 324 einerseits sowie durch die perforierte Trennwand 308 und den zweiten Teilraum 312 über hier nicht sichtbare Lochungen im Ausgangsrohr 324 andererseits. Ein Resonator 326 verbindet den dritten Teilraum 314 mit dem ersten Teilraum 310.

## Patentansprüche

5

### 10 Abgasanlage für eine Brennkraftmaschine

- 15 1. Abgasanlage für eine Brennkraftmaschine mit einem ersten, einen durchströmbaren ersten Schalldämpfer, insbesondere Nachschalldämpfer, umfassenden Abgasstrang und wenigstens einem zu diesem parallelen zweiten, einen durchströmbaren zweiten Schalldämpfer, insbesondere Nachschalldämpfer, umfassenden Abgasstrang, wobei der erste Schalldämpfer und der zweite Schalldämpfer einen voneinander abweichenden Aufbau aufweisen, dadurch gekennzeichnet, dass
- 20 - der erste Schalldämpfer (120, 200) ein Eingangs- (216) und ein Ausgangsrohr (224) umfasst, wobei das Ausgangsrohr (224) eine geringe Länge aufweist und
- 25 - der zweite Schalldämpfer (122, 300) ein Eingangs- (316) und ein Ausgangsrohr (324) umfasst, wobei das Ausgangsrohr (324) eine große Länge aufweist.
- 30 2. Abgasanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Ausgangsrohr (224) des ersten Schalldämpfers (120, 200) zumindest

annähernd die zweifache Länge des Ausgangsrohrs (324) des zweiten Schalldämpfers (122, 300) aufweist.

- 5 3. Abgasanlage nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Ausgangsrohr (324) des zweiten Schalldämpfers (122, 300) einen zumindest geringfügig größeren Durchmesser als das Ausgangsrohr (224) des ersten Schalldämpfers (120, 200) aufweist.
- 10 4. Abgasanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Schalldämpfer (120, 200) einen mittels zwei Trennbleche (206, 208) in drei Teilräume (210, 212, 214) unterteilten Innenaufbau aufweist, wobei das erste Trennblech (206) perforiert und das zweite Trennblech (208) dicht ist.
- 15 5. Abgasanlage nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Eingangsrohr (216) in den eingangsseitig ersten Teilraum (210) mündet.
- 20 6. Abgasanlage nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Ausgangsrohr (224) ausgehend vom ersten eingangsseitigen Teilraum (210) durch den zweiten (212) und dritten Teilraum (214) hindurch führt, wobei das Ausgangsrohr (224) sowohl vom ersten Teilraum (210) aus als auch vom ersten Teilraum (210) aus durch den zweiten Teilraum (212) strömungsbeaufschlagbar ist.
- 25 7. Abgasanlage nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass sich dem Eingangsrohr (216) ein sich in den zweiten (212) und dritten Teilraum (214) erstreckender Resonator (226) anschließt.
- 30

8. Abgasanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Schalldämpfer (122, 300) einen mittels zwei Trennbleche (306, 308) in drei Teilräume (310, 312, 314) unterteilten Innenaufbau aufweist, wobei das erste Trennblech (306) dicht und das zweite Trennblech (308) perforiert ist.

9. Abgasanlage nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Eingangsrohr (316) durch den ersten (310) und zweiten eingangsseitigen Teilraum (312) hindurch verläuft und in den dritten Teilraum (314) mündet.

10. Abgasanlage nach einem der Ansprüche 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Ausgangsrohr (324) ausgehend vom dritten Teilraum (314) durch den zweiten (312) in den ersten eingangsseitigen Teilraum (310) und bogenförmig gekrümmt zurück durch den zweiten (312) und den dritten Teilraum (314) führt, wobei das Ausgangsrohr (324) eingangsseitig sowohl vom dritten Teilraum (314) aus als auch vom dritten Teilraum (314) aus durch den zweiten Teilraum (312) strömungsbeaufschlagbar ist.

11. Abgasanlage nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass ein Resonator (326) der dritten Teilraum (314) mit dem ersten Teilraum (310) verbindet.

## Zusammenfassung

5

### 10 Abgasanlage für eine Brennkraftmaschine

15 Abgasanlage für eine Brennkraftmaschine mit einem ersten, einen durchströmbaren ersten Schalldämpfer, insbesondere Nachschalldämpfer, umfassenden Abgasstrang und wenigstens einem zu diesem parallelen zweiten, einen durchströmbaren zweiten Schalldämpfer, insbesondere Nachschalldämpfer, umfassenden Abgasstrang, wobei der erste Schalldämpfer und der zweite Schalldämpfer einen voneinander  
20 abweichenden Aufbau aufweisen.

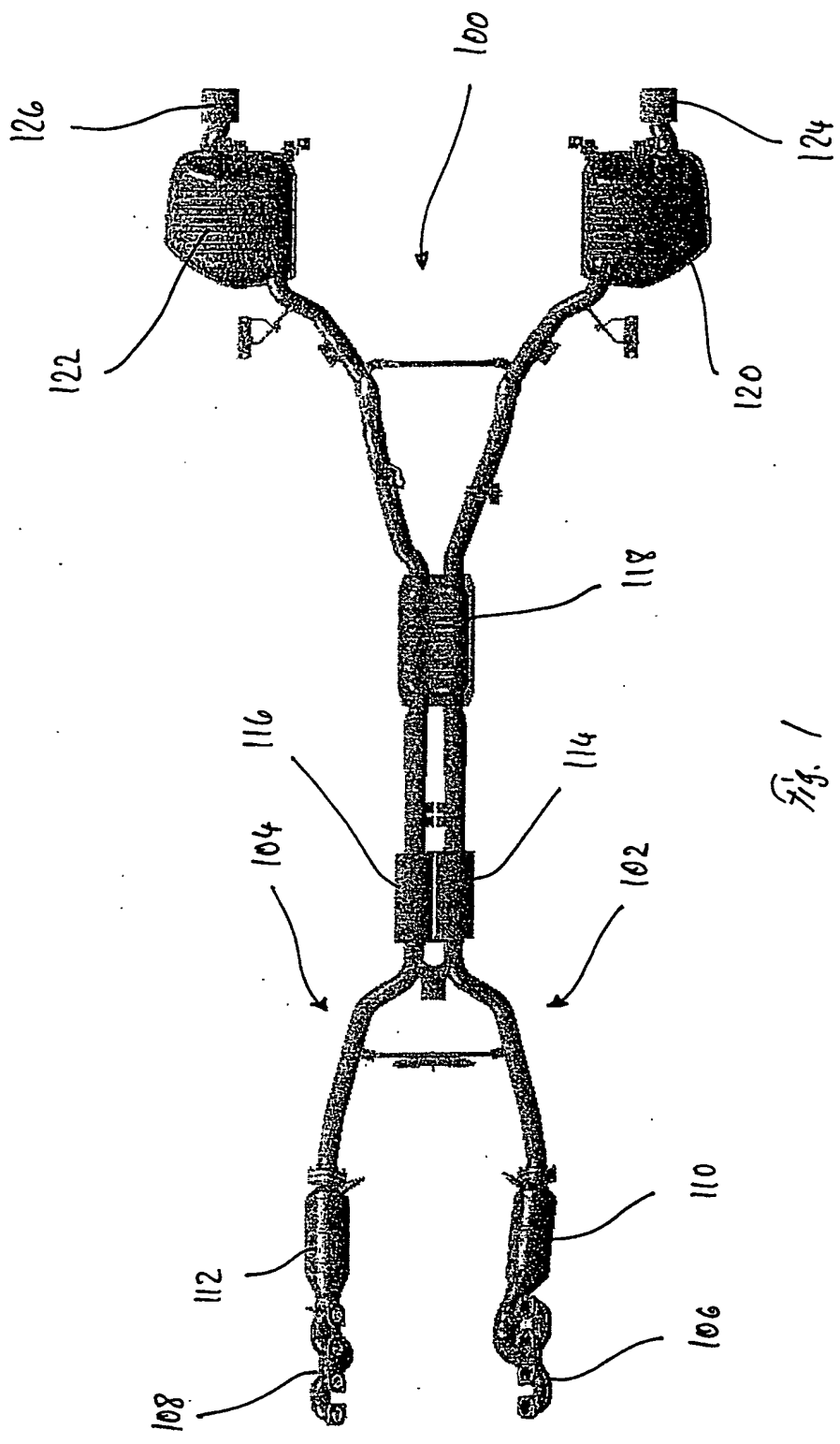


Fig. 1

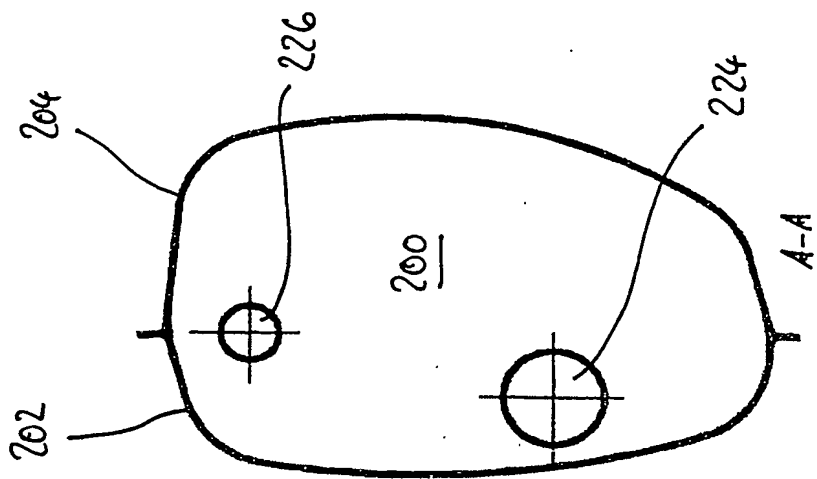
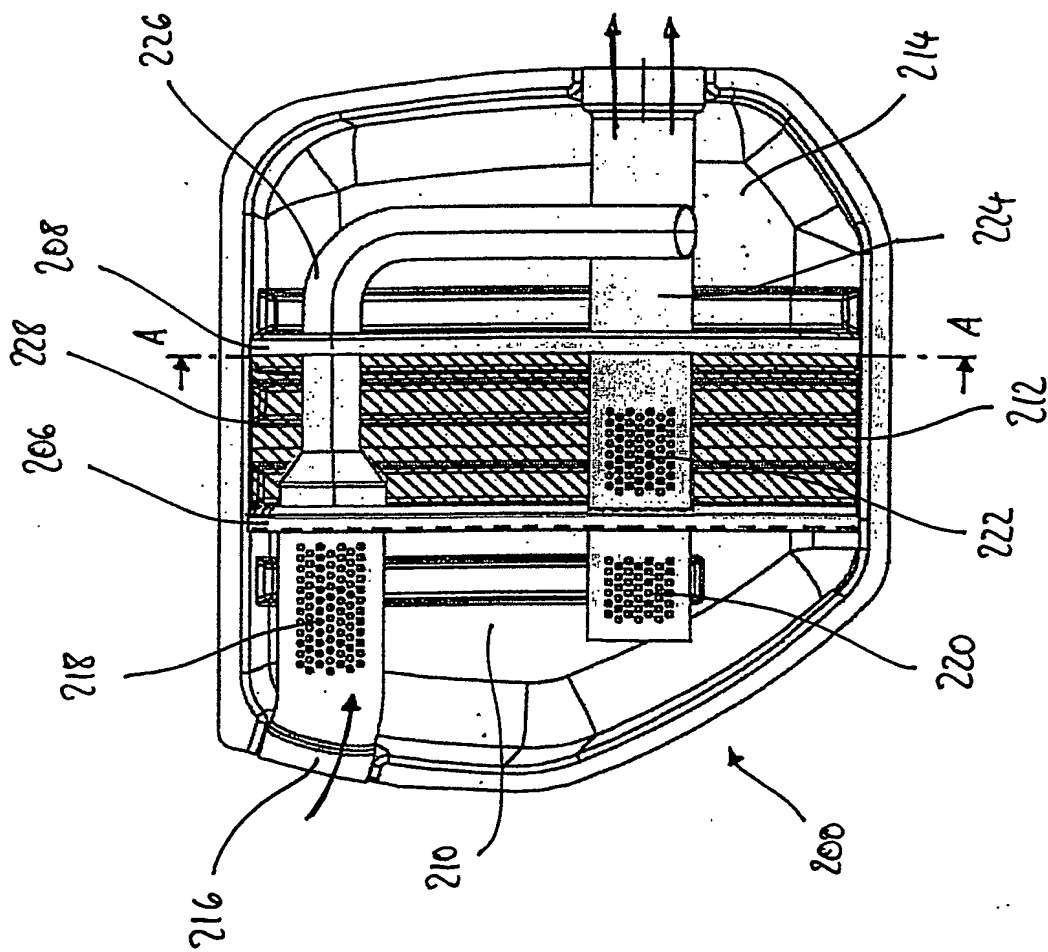


Fig. 2

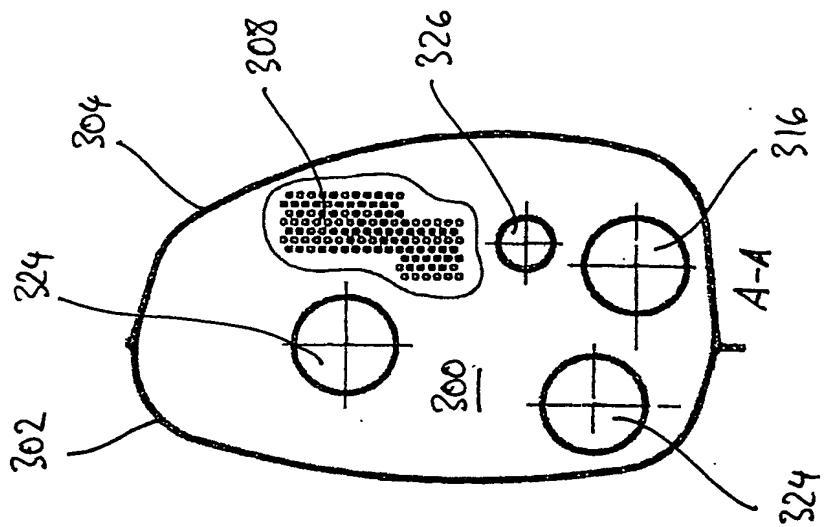
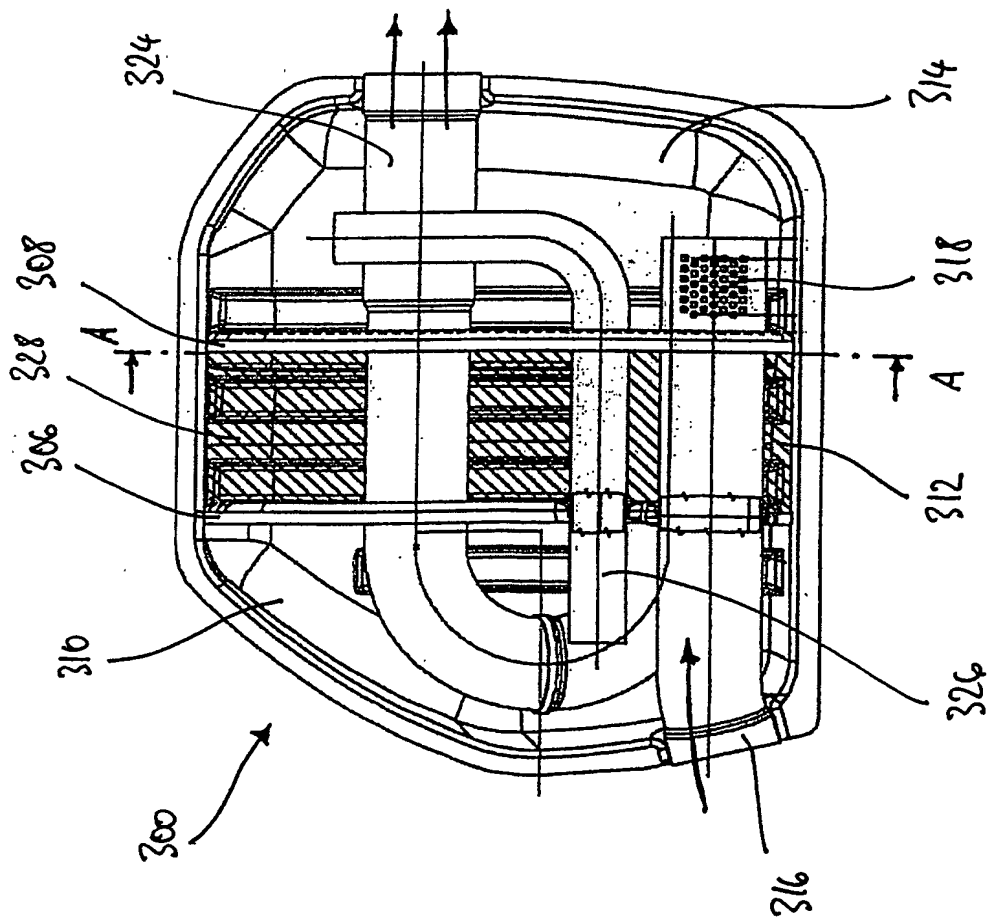


Fig. 3